



NAYA Q66583  
SENSOR UTILIZING ATTENUATED TOTAL  
REFLECTION  
Filed: January 25, 2002  
Darryl Mexic 202-293-7060  
1 of 2

日 本 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

#3  
4 Apr 02  
P. Tallo

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて  
いる事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed  
with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2001年 1月25日

出 願 番 号

Application Number:

特願2001-016631

出 願 人

Applicant(s):

富士写真フイルム株式会社



2001年 9月28日

特 許 庁 長 官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2001-3089463

【書類名】 特許願

【整理番号】 P25781J

【あて先】 特許庁長官 及川 耕造 殿

【国際特許分類】 G01N 21/20

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県足柄上郡開成町宮台 7 9 8 番地 富士写真フイルム株式会社内

【氏名】 納谷 昌之

【特許出願人】

【識別番号】 000005201

【氏名又は名称】 富士写真フイルム株式会社

【代理人】

【識別番号】 100073184

【弁理士】

【氏名又は名称】 柳田 征史

【選任した代理人】

【識別番号】 100090468

【弁理士】

【氏名又は名称】 佐久間 剛

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 008969

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9814441

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 全反射減衰を利用したセンサー

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 誘電体ブロックと、

この誘電体ブロックの一面に形成されて試料に接触させられる薄膜層と、  
光ビームを発生させる光源と、

前記光ビームを前記誘電体ブロックに対して、該誘電体ブロックと前記薄膜層との界面で全反射条件が得られるように、平行光の状態で入射させる入射光学系と、

前記界面で全反射した光ビームによる像を検出して、前記界面に沿った面内での試料の屈折率分布を検出する光検出手段とを備えてなる全反射減衰を利用したセンサーにおいて、

前記光ビームの前記入射角が変化したとき前記誘電体ブロックによって生じる像の歪みを補償する補償光学系が設けられたことを特徴とする全反射減衰を利用したセンサー。

【請求項 2】 誘電体ブロックと、

この誘電体ブロックの一面に形成されて試料に接触させられる金属膜からなる薄膜層と、

光ビームを発生させる光源と、

前記光ビームを前記誘電体ブロックに対して、該誘電体ブロックと前記金属膜からなる薄膜層との界面で全反射条件が得られるように、平行光の状態で入射させる入射光学系と、

前記界面で全反射した光ビームによる像を検出して、前記界面に沿った面内での試料の屈折率分布を検出する光検出手段とを備えてなる、表面プラズモン共鳴による全反射減衰を利用したセンサーにおいて、

前記光ビームの前記入射角が変化したとき前記誘電体ブロックによって生じる像の歪みを補償する補償光学系が設けられたことを特徴とする全反射減衰を利用したセンサー。

【請求項 3】 誘電体ブロックと、

この誘電体ブロックの一面に形成されたクラッド層とその上に形成された光導波層とからなる薄膜層と、

光ビームを発生させる光源と、

前記光ビームを前記誘電体ブロックに対して、該誘電体ブロックと前記クラッド層との界面で全反射条件が得られるように、平行光の状態で入射させる入射光学系と、

前記界面で全反射した光ビームによる像を検出して、前記界面に沿った面内での試料の屈折率分布を検出する光検出手段とを備えてなる、前記導波層での導波モードの励起による全反射減衰を利用したセンサーにおいて、

前記光ビームの前記入射角が変化したとき前記誘電体ブロックによって生じる像の歪みを補償する補償光学系が設けられたことを特徴とする全反射減衰を利用したセンサー。

【請求項 4】 前記補償光学系が、前記界面に入射する光ビームの入射面内において前記誘電体ブロックの断面形状と同じ断面形状を有し、かつ、この誘電体ブロックと同一屈折率の材料から形成されて、前記誘電体ブロックから出射した光ビームが入射する位置に配された補償用誘電体ブロックと、

この補償用誘電体ブロックの、前記誘電体ブロックの一面に相当する面に形成された像観察用のスクリーンとから構成されていることを特徴とする請求項 1 から 3 いずれか 1 項記載の全反射減衰を利用したセンサー。

【請求項 5】 前記スクリーンが拡散体からなることを特徴とする請求項 4 記載の全反射減衰を利用したセンサー。

【請求項 6】 前記スクリーンが蛍光体からなることを特徴とする請求項 4 記載の全反射減衰を利用したセンサー。

【請求項 7】 前記誘電体ブロックが、前記光ビームの入射端面および出射端面と、前記薄膜層が形成される面とを全て有する 1 つのブロックとして形成されたものであることを特徴とする請求項 1 から 6 いずれか 1 項記載の全反射減衰を利用したセンサー。

【請求項 8】 前記誘電体ブロックが、前記光ビームの入射端面および出射端面を有する部分と、前記薄膜層が形成される面を有する部分の 2 つが、屈折率

マッチング手段を介して接合されてなるものであることを特徴とする請求項 1 から 6 いずれか 1 項記載の全反射減衰を利用したセンサー。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、表面プラズモンの発生を利用して試料の屈折率を検出する表面プラズモンセンサー等の、全反射減衰を利用したセンサーに関するものであり、特に詳細には、試料の屈折率分布を検出する全反射減衰を利用したセンサーに関するものである。

【0002】

【従来の技術】

金属中においては、自由電子が集団的に振動して、プラズマ波と呼ばれる粗密波が生じる。そして、金属表面に生じるこの粗密波を量子化したものは、表面プラズモンと呼ばれている。

【0003】

従来より、この表面プラズモンが光波によって励起される現象を利用して、試料中の物質を定量分析する表面プラズモンセンサーが種々提案されている。そして、それらの中で特に良く知られているものとして、Kretschmann配置と称される系を用いるものが挙げられる（例えば特開平 6 - 1 6 7 4 4 3 号参照）。

【0004】

上記の系を用いる表面プラズモンセンサーは基本的に、例えばプリズム状に形成された誘電体ブロックと、この誘電体ブロックの一面に形成されて試料に接触させられる金属膜と、光ビームを発生させる光源と、上記光ビームを誘電体ブロックに対して、該誘電体ブロックと金属膜との界面で全反射条件となり、かつ、表面プラズモン共鳴条件を含む種々の入射角が得られるように入射させる光学系と、上記界面で全反射した光ビームの強度を測定して表面プラズモン共鳴の状態を検出する光検出手段とを備えてなるものである。

【0005】

上記構成の表面プラズモンセンサーにおいて、光ビームを金属膜に対して全反

射角以上の特定入射角  $\theta_{SP}$  で入射させると、該金属膜に接している試料中に電界分布をもつエバネッセント波が生じ、このエバネッセント波によって金属膜と試料との界面に表面プラズモンが励起される。エバネッセント光の波数ベクトルが表面プラズモンの波数と等しくて波数整合が成立しているとき、両者は共鳴状態となり、光のエネルギーが表面プラズモンに移行するので、誘電体ブロックと金属膜との界面で全反射した光の強度が鋭く減衰する。この光強度の減衰は、一般に上記光検出手段により暗線として検出される。

【0006】

図2には、この全反射減衰現象が生じた際の入射角  $\theta$  と反射光強度  $I$  との関係を概略的に示してある。ここに示す入射角  $\theta_{SP}$  が、上述の全反射減衰 (ATR) が生じる入射角である。

【0007】

なお上記の共鳴は、入射ビームが p 偏光のときにだけ生じる。したがって、光ビームが p 偏光で入射するように予め設定しておく必要がある。

【0008】

この全反射減衰 (ATR) が生じる入射角  $\theta_{SP}$  より表面プラズモンの波数が分かると、試料の誘電率が求められる。すなわち表面プラズモンの波数を  $K_{SP}$ 、表面プラズモンの角周波数を  $\omega$ 、 $c$  を真空中の光速、 $\epsilon_m$  と  $\epsilon_s$  をそれぞれ金属、試料の誘電率とすると、以下の関係がある。

【0009】

【数1】

$$K_{SP}(\omega) = \frac{\omega}{c} \sqrt{\frac{\epsilon_m(\omega) \epsilon_s}{\epsilon_m(\omega) + \epsilon_s}}$$

試料の誘電率  $\epsilon_s$  が分かれば、所定の校正曲線等に基づいて試料中の特定物質の濃度が分かるので、結局、上記反射光強度が低下する入射角  $\theta_{SP}$  を知ることにより、試料中の特定物質を定量分析することができる。

【0010】

また、全反射減衰 (ATR) を利用する類似のセンサーとして、例えば「分光

研究」第47巻 第1号(1998)の第21～23頁および第26～27頁に記載がある漏洩モードセンサーも知られている。この漏洩モードセンサーは基本的に、例えばプリズム状に形成された誘電体ブロックと、この誘電体ブロックの一面に形成されたクラッド層と、このクラッド層の上に形成されて、試料に接触させられる光導波層と、光ビームを発生させる光源と、上記光ビームを上記誘電体ブロックに対して、該誘電体ブロックとクラッド層との界面で全反射条件が得られ、かつ光導波層での導波モードの励起による全反射減衰が生じ得るように種々の角度で入射させる光学系と、上記界面で全反射した光ビームの強度を測定して導波モードの励起状態、つまり全反射減衰状態を検出する光検出手段とを備えてなるものである。

## 【0011】

上記構成の漏洩モードセンサーにおいて、光ビームを誘電体ブロックを通してクラッド層に対して全反射角以上の入射角で入射させると、このクラッド層を透過した後に光導波層においては、ある特定の波数を有する特定入射角の光のみが導波モードで伝搬するようになる。こうして導波モードが励起されると、入射光のほとんどが光導波層に取り込まれるので、上記界面で全反射する光の強度が鋭く低下する全反射減衰が生じる。そして導波光の波数は光導波層の上の試料の屈折率に依存するので、全反射減衰が生じる上記特定入射角を知ることによって、試料の屈折率や、それに関連する試料の特性を分析することができる。

## 【0012】

また従来、上述した表面プラズモンセンサーや漏洩モードセンサーを、試料の前記界面に沿った面内の屈折率分布を測定するために応用することも考えられている。すなわち、表面プラズモンセンサーの場合を例に挙げると、前記界面に対する光ビーム入射角と全反射光強度との関係は、概略図2に示すようなものとなる。ここで $\theta_{SP}$ で示すのが全反射解消角である。この関係は、試料の屈折率が変化すると同図で横軸方向に移動する形で変化するから、全反射解消角 $\theta_{SP}$ 近辺の入射角で光ビームを前記界面に入射させると、全反射光の強度が試料の屈折率に応じて変化する。そこで、その場合の光ビームとして、ある程度広いビーム断面を有する平行光を用い、この界面で全反射した光ビームによる像(つまりビ

ーム断面内の強度分布)を検出すれば、上記界面に沿った面内での試料の屈折率分布を検出することができる。

【 0 0 1 3 】

上述のことは、全反射減衰が表面プラズモン共鳴によって生じる代わりに、前記導波層での導波モードの励起によって生じるという点が異なるだけで、漏洩モードセンサーにおいても同様に認められるから、漏洩モードセンサーを適用して同じように試料の屈折率分布を求めることも可能である。

【 0 0 1 4 】

【発明が解決しようとする課題】

ところで、上述のようにして試料の屈折率分布を検出するようにした、従来の全反射減衰を利用したセンサーにおいては、全反射光による像に歪みが生じて、屈折率分布の測定精度が損なわれることがあった。

【 0 0 1 5 】

本発明は上記の事情に鑑みて、全反射光による像の歪みを解消して、試料の屈折率分布を高い精度で求めることができる、全反射減衰を利用した面型のセンサーを提供することを目的とする。

【 0 0 1 6 】

【課題を解決するための手段】

本発明による一つの全反射減衰を利用したセンサーは、

前述したような誘電体ブロックと、

この誘電体ブロックの一面に形成されて試料に接触させられる薄膜層と、

光ビームを発生させる光源と、

前記光ビームを前記誘電体ブロックに対して、該誘電体ブロックと前記薄膜層との界面で全反射条件が得られるように、平行光の状態に入射させる入射光学系と、

前記界面で全反射した光ビームによる像を検出して、前記界面に沿った面内での試料の屈折率分布を検出する光検出手段とを備えてなる全反射減衰を利用したセンサーにおいて、

光ビームの前記入射角が変化したとき誘電体ブロックによって生じる像の歪み



を補償する補償光学系が設けられたことを特徴とするものである。

【 0 0 1 7 】

また、本発明による別の全反射減衰を利用したセンサーは、特に前述の表面プラズモンセンサーとして構成されたものであり、

誘電体ブロックと、

この誘電体ブロックの一面に形成されて試料に接触させられる金属膜からなる薄膜層と、

光ビームを発生させる光源と、

前記光ビームを前記誘電体ブロックに対して、該誘電体ブロックと前記金属膜からなる薄膜層との界面で全反射条件が得られるように、平行光の状態で入射させる入射光学系と、

前記界面で全反射した光ビームによる像を検出して、前記界面に沿った面内での試料の屈折率分布を検出する光検出手段とを備えてなる、表面プラズモン共鳴による全反射減衰を利用したセンサーにおいて、

光ビームの前記入射角が変化したとき誘電体ブロックによって生じる像の歪みを補償する補償光学系が設けられたことを特徴とするものである。

【 0 0 1 8 】

また、本発明によるさらに別の全反射減衰を利用したセンサーは、特に前述の漏洩モードセンサーとして構成されたものであり、

誘電体ブロックと、

この誘電体ブロックの一面に形成されたクラッド層とその上に形成された光導波層とからなる薄膜層と、

光ビームを発生させる光源と、

前記光ビームを前記誘電体ブロックに対して、該誘電体ブロックと前記クラッド層との界面で全反射条件が得られるように、平行光の状態で入射させる入射光学系と、

前記界面で全反射した光ビームによる像を検出して、前記界面に沿った面内での試料の屈折率分布を検出する光検出手段とを備えてなる、前記導波層での導波モードの励起による全反射減衰を利用したセンサーにおいて、

光ビームの前記入射角が変化したとき誘電体ブロックによって生じる像の歪みを補償する補償光学系が設けられたことを特徴とするものである。

## 【 0 0 1 9 】

なお上述の補償光学系は、例えば前記界面に入射する光ビームの入射面（界面の法線と光ビームの波面法線とを含む面）内で該誘体内において前記誘電体ブロックの断面形状と同じ断面形状を有し、かつ、この誘電体ブロックと同一屈折率の材料から形成されて、前記誘電体ブロックから出射した光ビームが入射するように配置された補償用誘電体ブロックと、

この補償用誘電体ブロックの、前記誘電体ブロックの一面に相当する面に形成された像観察用のスクリーンとから構成することができる。そしてこのスクリーンは、例えば拡散体や蛍光体から形成することができる。

## 【 0 0 2 0 】

他方上記誘電体ブロックは、光ビームの入射端面および出射端面と、前記薄膜層が形成される面とを全て有する1つのブロックとして形成することができ、その場合は補償用誘電体ブロックもそのような構成とされる。

## 【 0 0 2 1 】

あるいはこの誘電体ブロックは、光ビームの入射端面および出射端面を有する部分と、前記薄膜層が形成される面を有する部分の2つが、屈折率マッチング手段を介して接合されてなるものであってもよい。そしてその場合、補償用誘電体ブロックもそのような構成とされる。

## 【 0 0 2 2 】

## 【発明の効果】

本発明者の研究によると、従来の全反射減衰を利用した面型のセンサーにおいて全反射光による像に歪みが生じるのは、誘電体ブロックの中を進む全反射光の進行角と、光検出手段の検出面に入射する光の進行角とが相異なるためである。もし、この歪を解消するように光検出手段の設置角度を調整したとしても、測定光の入射角が変化してしまうと、やはり光検出手段の検出面における像は歪んでしまう。入射角の変化は、例えば全反射減衰の入射角の条件が異なる物質を測定するために測定光の入射角を走査するときには必ず生じてしまう。

## 【 0 0 2 3 】

本発明の全反射減衰を利用したセンサーにおいては、誘電体ブロックと薄膜層との界面に対する光ビームの入射角が変化したとき誘電体ブロックによって生じる像の歪みを補償する補償光学系が設けられたことにより、この像の歪みを解消して、試料の屈折率分布を高い精度で測定可能となる。

## 【 0 0 2 4 】

## 【発明の実施の形態】

以下、図面を参照して本発明の実施の形態を詳細に説明する。図 1 は、本発明の第 1 の実施形態による、全反射減衰を利用したセンサーの概略側面形状を示すものである。

## 【 0 0 2 5 】

本実施形態の装置は前述した表面プラズモンセンサーとして形成されたものであり、図示の通り、PMMA等の合成樹脂やBK7等の光学ガラスを用いて例えば三角柱状に形成された透明誘電体プリズム11と、この誘電体プリズム11の上面に形成された例えば金、銀、銅、アルミニウム等からなる金属薄膜13とを有している。分析対象の試料15は、この金属薄膜13の上に配置される。

## 【 0 0 2 6 】

また、光ビームLを発するレーザ光源16と、発散光状態で発せられたこの光ビームLを平行光化するコリメーターレンズ17と、後述する像の歪みを補償するための補償用誘電体プリズム21と、結像レンズ22と、光検出手段としてのCCDエリアセンサー23が設けられている。また補償用誘電体プリズム21の図中下面となる一面21aには、像観察用のスクリーンを構成する拡散膜24が形成されている。

## 【 0 0 2 7 】

以下、上記構成の表面プラズモンセンサーの作用について説明する。レーザ光源16から発せられた後、コリメーターレンズ17によって平行光とされた光ビームLは誘電体プリズム11に入射して、それと金属薄膜13との界面11aに入射する。このときの光ビームLの界面11aに対する入射角 $\theta$ は、該界面11aにおいて全反射条件が得られ、かつ、表面プラズモン共鳴が生じ得る範囲内の値とされる。

## 【 0 0 2 8 】

なお本例では、コリメーターレンズ17によって入射光学系が構成されている。また光ビームLは、界面11aに対してp偏光で入射する必要がある。そのようにするためには、予めレーザ光源16の向きをそのように設定すればよい。その他、波長板や偏光板で光ビームLの偏光の向きを制御してもよい。

## 【 0 0 2 9 】

界面11aに入射した光ビームLはそこで全反射し、全反射した光ビームLは誘電体プリズム11から出射する。誘電体プリズム11から出射した光ビームLは補償用誘電体プリズム21に入射し、該補償用誘電体プリズム21と拡散膜24との界面で全反射するが、このとき該界面から浸み出したエバネッセント光が拡散膜24によって拡散される。そこでこの拡散膜24に、光ビームLによる像が形成される。この像は、結像レンズ22によってCCDエリアセンサー23の撮像面上に結像され、撮像される。

## 【 0 0 3 0 】

上述のように界面11aで光ビームLが全反射するとき、界面11aから金属薄膜13側にエバネッセント波が浸み出す。そして、光ビームLが界面11aに対してある特定の入射角 $\theta_{SP}$ で入射した場合は、このエバネッセント波が金属薄膜13の表面に励起する表面プラズモンと共鳴するので、この光については反射光強度Iが鋭く減衰する。つまり、界面11aに対する光ビームLの入射角 $\theta$ と全反射光強度との関係は、概略図2に示すようなものとなる。ここで $\theta_{SP}$ で示すのが全反射解消角である。

## 【 0 0 3 1 】

この関係は、試料15の屈折率が変化すると同図で横軸方向に移動する形で変化するから、全反射した光ビームLの強度が試料15の屈折率に応じて変化する。そこで、拡散膜24により形成されてCCDエリアセンサー23が撮像する像、つまり全反射した光ビームLのビーム断面内強度分布は、界面11aに沿った面内での試料15の屈折率分布を示すものとなる。

## 【 0 0 3 2 】

したがって、CCDエリアセンサー23が出力する映像信号SをCRTや液晶表示パネル等の画像表示手段に入力して、該映像信号Sによる像を再生表示すれば

、試料15の屈折率分布を観察することができる。また、この映像信号Sを光走査記録装置等に入力して、該映像信号Sによる像をハードコピーとして再生することもできる。

## 【 0 0 3 3 】

なお、拡散膜24の代わりに拡散板や蛍光板等を配置して、それにより光ビームLによる像を観察できるようにしてもよい。

## 【 0 0 3 4 】

ここで、先に詳しく説明した通り、界面11aに対する光ビームLの入射角 $\theta$ が変化すると、誘電体プリズム11内における光ビームLの光路が変わることにより、界面11aで全反射した光ビームLによる像に歪みが生じることがある。以下、この像の歪みを解消する点について説明する。

## 【 0 0 3 5 】

補償用誘電体プリズム21は、誘電体プリズム11と同一の材料から形成され、また、界面11aに対する光ビームLの入射面（界面11aの法線と光ビームLの波面法線とを含む面）内で該誘電体プリズム11の断面形状と同じ断面形状を有するものとされている。そしてこの補償用誘電体プリズム21は、誘電体プリズム11から出射した光ビームLが、それが誘電体プリズム11に入射するときの光路と同じ光路を辿って入射するように配置されている。このように補償用誘電体プリズム21を配置しておくことにより、その一面21a（これは誘電体プリズム11の界面11aを構成する面と対応している）において光ビームLが担持している像は、上記光路の変化による像の歪みが補償されたものとなる。

## 【 0 0 3 6 】

そこで、上記プリズム面21aの上の拡散膜24によって形成される像をCCDエリアセンサー23によって撮像し、その画像を利用すれば、精度良くこの屈折率分布を求めることが可能になる。

## 【 0 0 3 7 】

次に、図3を参照して本発明の第2の実施形態について説明する。なおこの図3において、図1中の要素と同等の要素には同番号を付してあり、それらについての説明は特に必要の無い限り省略する（以下、同様）。

## 【 0 0 3 8 】

この第 2 の実施形態の全反射減衰を利用したセンサーも表面プラズモンセンサーであり、本装置は図 1 のものと比べると、誘電体プリズム 11 の上にセンシング媒体 14 が固定されて、その上に試料 15 が配されるようになっている点が異なり、その他の点は基本的に図 1 の装置と同様に構成されている。

## 【 0 0 3 9 】

センシング媒体 14 は、分析対象の試料 15 中の特定物質と結合するものである。このような特定物質とセンシング媒体 14 との組合せとしては、例えば抗原と抗体とが挙げられる。

## 【 0 0 4 0 】

この構成においては、試料 15 中の特定物質とセンシング媒体 14 との結合状態に応じて、このセンシング媒体 14 の屈折率が変化する。そこで、プリズム面 21 a の上の拡散膜 24 によって形成される像を CCD エリアセンサー 23 によって撮像し、その画像を利用すれば、センシング媒体 14 の屈折率分布つまりは試料 15 中の特定物質とセンシング媒体 14 との結合状態の分布を求めることができる。なおこの場合は、試料 15 およびセンシング媒体 14 が本発明装置が対象にする試料となる。

## 【 0 0 4 1 】

本実施形態においても補償用誘電体プリズム 21 を設けたことにより、第 1 の実施形態におけるのと同様に、界面 11 a に対する光ビーム L の入射角  $\theta$  が変化したときに生じる像の歪みを解消することができる。

## 【 0 0 4 2 】

次に、図 4 を参照して本発明の第 3 の実施形態について説明する。この第 3 の実施形態の全反射減衰を利用したセンサーも表面プラズモンセンサーであり、本装置は図 1 のものと比べると、用いている誘電体ブロックの形状が異なるものである。すなわち本実施形態では、図 1 の装置で用いられていた誘電体プリズム 11 に代えて、断面が四角形の誘電体ブロック 41 が用いられている。またそれに対応させて、断面が四角形の補償用誘電体ブロック 51 が適用されている。

## 【 0 0 4 3 】

本実施形態においても、レーザ光源 16 から発せられた後、コリメーターレンズ

17によって平行光とされた光ビームLは誘電体ブロック41に入射して、それと金属薄膜13との界面41aに入射する。このときの光ビームLの界面41aに対する入射角 $\theta$ は、該界面41aにおいて光ビームLの全反射条件が得られ、かつ、表面プラズモン共鳴が生じ得る範囲内の値とされる。

## 【0044】

界面41aに入射した光ビームLはそこで全反射し、全反射した光ビームLは誘電体ブロック41から出射する。誘電体ブロック41から出射した光ビームLは補償用誘電体ブロック51に入射し、該補償用誘電体ブロック51と拡散膜24との界面で全反射するが、このとき該界面から浸み出したエバネッセント光が、補償用誘電体ブロック51の一面51aに形成された拡散膜24によって拡散される。そこでこの拡散膜24に、全反射した光ビームLによる像が形成される。この像の撮像や、それに基づく試料15の屈折率分布の測定等は、第1実施形態におけるのと同様である。

## 【0045】

補償用誘電体ブロック51は、誘電体ブロック41と同一の材料から形成され、また、界面41aに対する光ビームLの入射面内で該誘電体ブロック41の断面形状と同じ断面形状を有するものとされている。そしてこの補償用誘電体ブロック51は、誘電体ブロック41から出射した光ビームLが、それが誘電体ブロック41に入射するときの光路と同じ光路を辿って入射するように配置されている。このように補償用誘電体ブロック51を配置しておくことにより、その一面51a（これは誘電体ブロック41の界面41aを構成する面と対応している）において光ビームLが担持している像、すなわち拡散膜24に形成される像は、上記光路の変化による像の歪みが解消されたものとなる。

## 【0046】

次に、図5を参照して本発明の第4の実施形態について説明する。この第4の実施形態の全反射減衰を利用したセンサーも表面プラズモンセンサーであり、本装置は図4のものと比べると、用いている誘電体ブロックの構成が異なるものである。すなわち本実施形態では、図4の装置で用いられていた誘電体ブロック41に代えて、誘電体ブロック60および、その上面に屈折率マッチングオイル62を介

して接合された誘電体プレート61が用いられている。誘電体ブロック60は光ビームLの入射端面60aおよび出射端面60bを有するものであり、一方誘電体プレート61は、金属薄膜13との界面61を構成する面を有する。

## 【0047】

それに対応させて本実施形態では、像の歪みの補償用に、誘電体ブロック70および、その下面に屈折率マッチングオイル72を介して接合された誘電体プレート71が用いられている。そして、この誘電体プレート71の下面71a（誘電体プレート61の上記界面61を構成する面と対応する面）に、拡散膜24が形成されている。

## 【0048】

本実施形態の構成においても、拡散膜24によって形成される像の撮像や、それに基づく試料15の屈折率分布の測定、並びに像の歪みの補償は、第3の実施形態におけるのと同様になされる。

## 【0049】

次に、図6を参照して本発明の第5の実施形態について説明する。この第5実施形態の装置は先に説明した漏洩モードセンサーであり、本例では誘電体プリズム11の一面（図中の上面）にクラッド層80が形成され、さらにその上に光導波層81が形成されている。以上の点以外、本装置は基本的に図1に示した第1実施形態の装置と同様に構成されている。

## 【0050】

本実施形態において誘電体プリズム11は、例えば合成樹脂やBK7等の光学ガラスを用いて形成されている。一方クラッド層80は、誘電体プリズム11よりも低屈折率の誘電体や、金等の金属を用いて薄膜状に形成されている。また光導波層81は、クラッド層80よりも高屈折率の誘電体、例えばPMMAを用いてこれも薄膜状に形成されている。クラッド層80の膜厚は、例えば金薄膜から形成する場合で36.5nm、光導波層81の膜厚は、例えばPMMAから形成する場合で700nm程度とされる。

## 【0051】

上記構成の漏洩モードセンサーにおいて、レーザ光源16から発せられた光ビームLを、誘電体プリズム11を通してクラッド層80に対して全反射角以上の入射角



$\theta$  で入射させると、該光ビーム L が誘電体プリズム 11 とクラッド層 80 との界面 11 a で全反射するが、クラッド層 80 を透過して光導波層 81 に特定入射角で入射した特定波数の光は、該光導波層 81 を導波モードで伝搬するようになる。こうして導波モードが励起されると、入射光のほとんどが光導波層 81 に取り込まれるので、上記界面 11 a で全反射する光の強度が鋭く低下する全反射減衰が生じる。

【 0 0 5 2 】

光導波層 81 における導波光の波数は、該光導波層 81 の上の試料 15 の屈折率に依存する。そこでこの場合も、補償用誘電体プリズム 21 の面 21 a の上の拡散膜 24 によって形成される像を CCD エリアセンサー 23 によって撮像し、その画像を再生すれば、試料 15 中の屈折率分布を測定することが可能になる。

【 0 0 5 3 】

そして本実施形態においても、補償用誘電体プリズム 21 を設けたことにより、第 1 の実施形態におけるのと同様に、界面 11 a に対する光ビーム L の入射角  $\theta$  が変化したときに生じる像の歪みを解消することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の第 1 の実施形態による表面プラズモンセンサーの側面図

【図 2】

表面プラズモンセンサーにおける光ビーム入射角と、光検出手段による検出光強度との概略関係を示すグラフ

【図 3】

本発明の第 2 の実施形態による表面プラズモンセンサーの側面図

【図 4】

本発明の第 3 の実施形態による表面プラズモンセンサーの側面図

【図 5】

本発明の第 4 の実施形態による表面プラズモンセンサーの側面図

【図 6】

本発明の第 5 の実施形態による漏洩モードセンサーの側面図

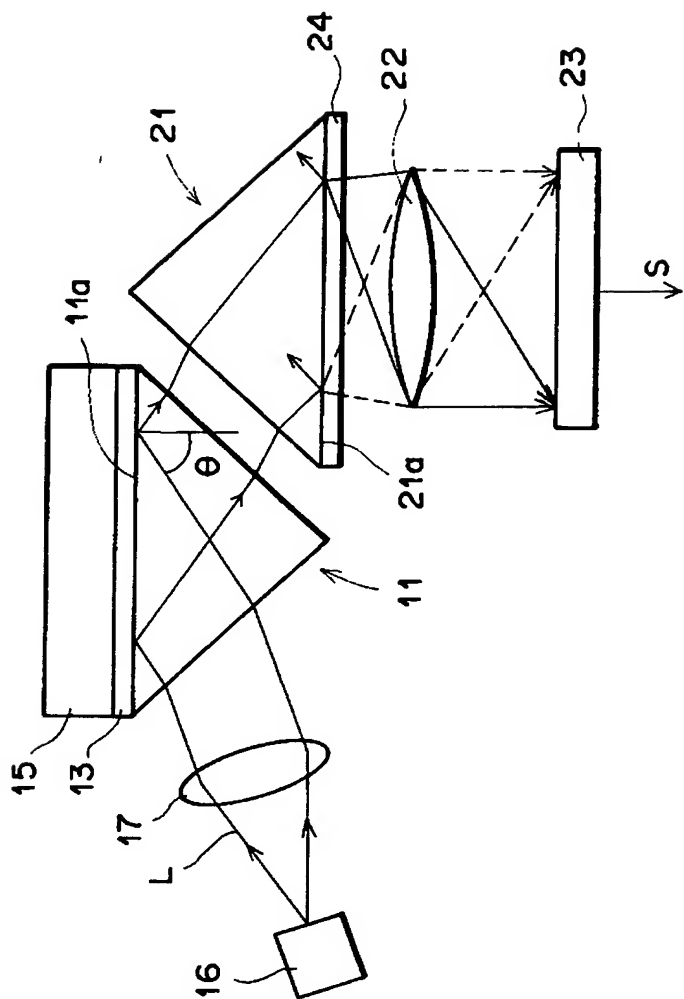
【符号の説明】

- 11 透明誘電体プリズム
- 13 金属薄膜
- 14 センシング媒体
- 15 試料
- 16 レーザ光源
- 17 コリメーターレンズ
- 21 補償用誘電体プリズム
- 22 結像レンズ
- 23 CCDエリアセンサー
- 24 拡散膜
- 41 誘電体ブロック
- 51 補償用誘電体ブロック
- 60 誘電体ブロック
- 61 誘電体プレート
- 62 屈折率マッチングオイル
- 70 補償用誘電体ブロック
- 71 補償用誘電体プレート
- 72 屈折率マッチングオイル
- L 光ビーム

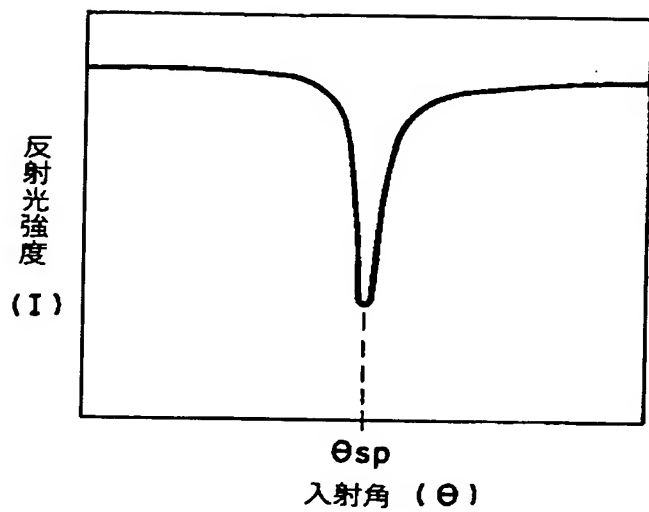
【書類名】

図面

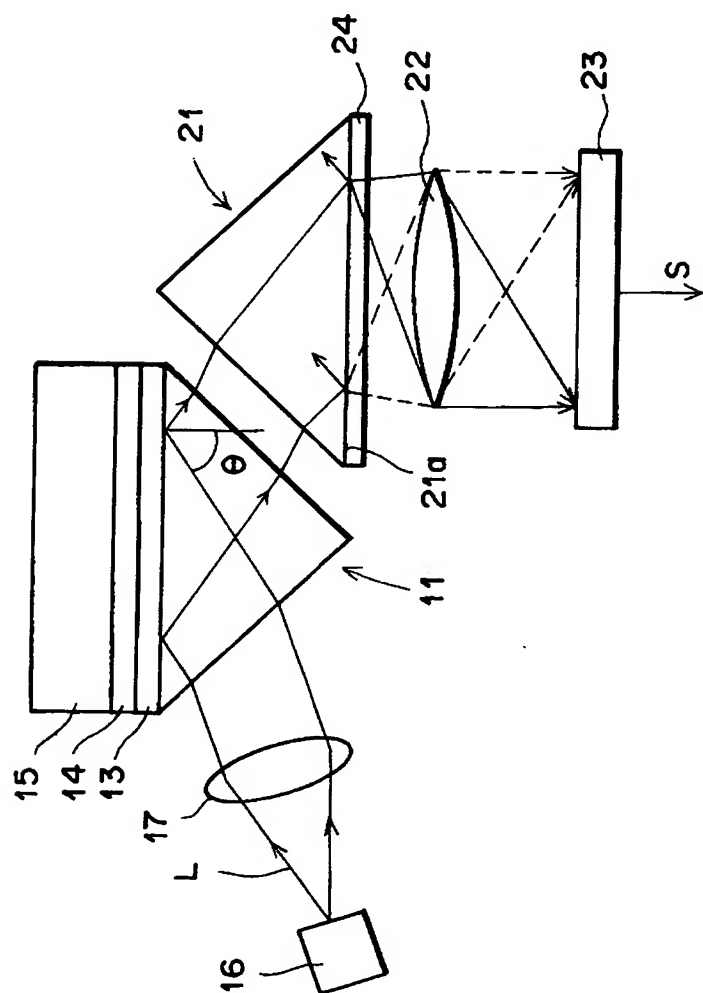
【図 1】



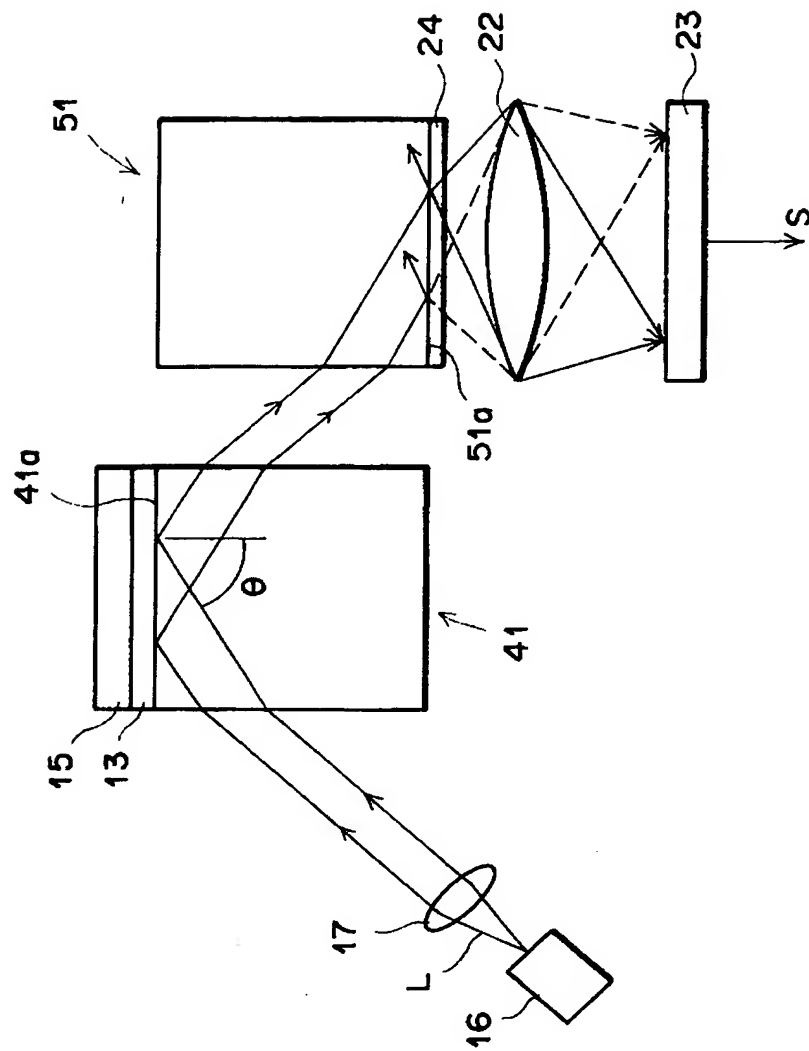
【図2】



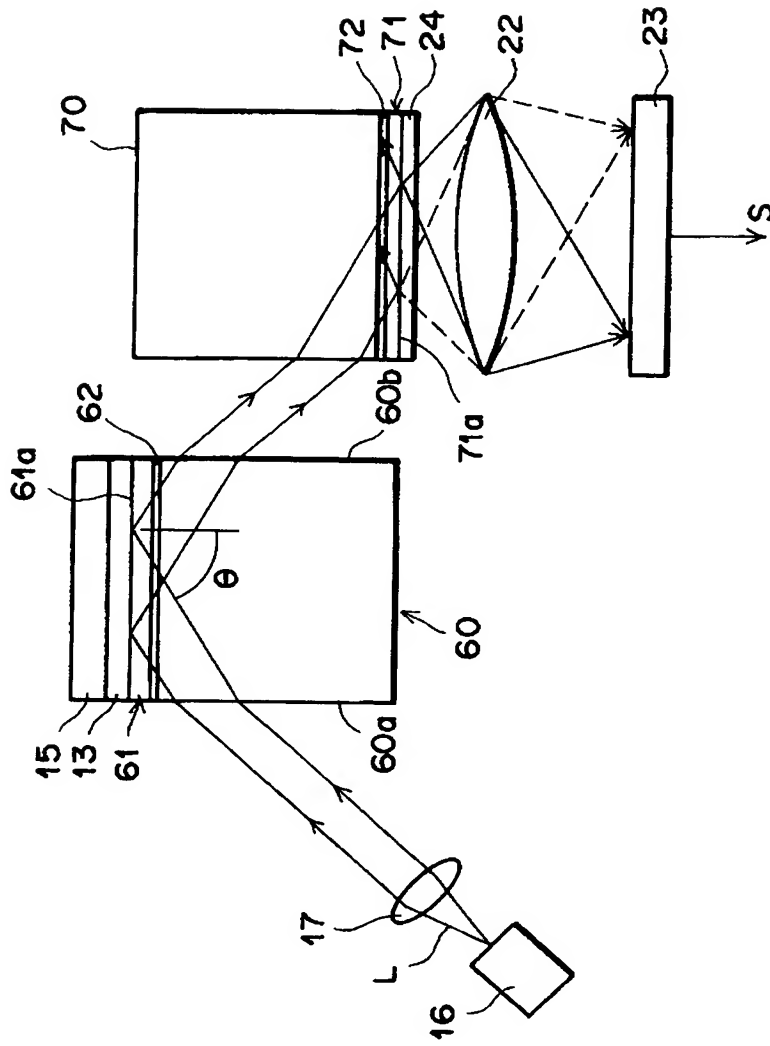
【図3】



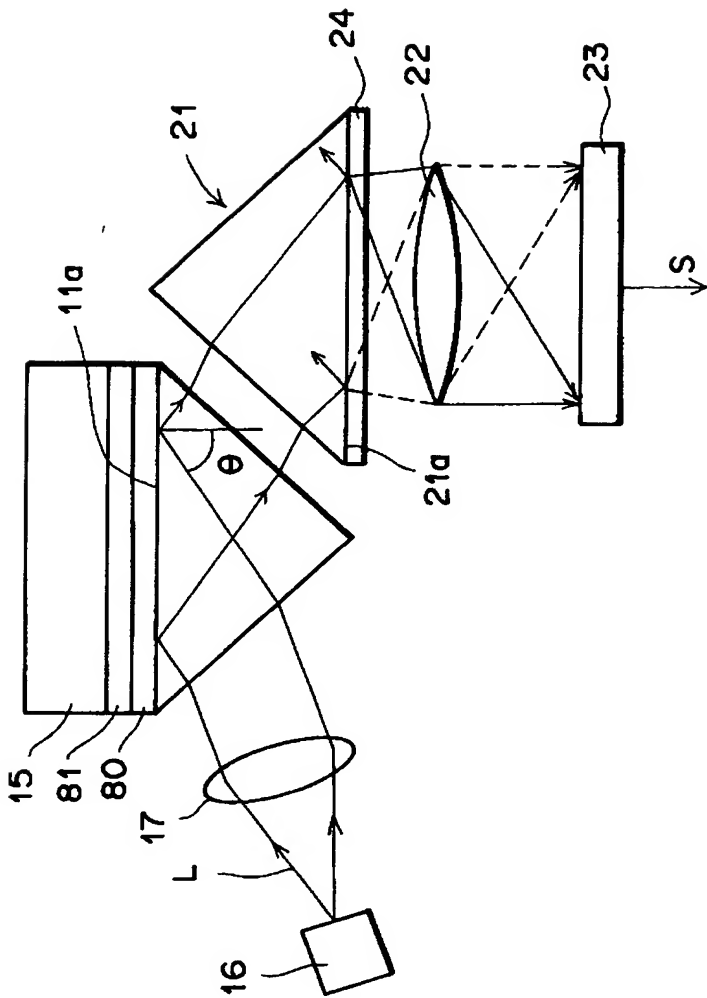
【図4】



【図 5】



【図 6】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 試料の屈折率分布を検出する全反射減衰を利用したセンサーにおいて、屈折率分布を調べるための像に歪みが生じることを防止する。

【解決手段】 誘電体ブロック11と、この誘電体ブロック11の一面に形成されて試料15に接触させられる薄膜層13と、光ビームLを発生させる光源16と、光ビームLを誘電体ブロック11に対して、該誘電体ブロック11と薄膜層13との界面11aで全反射条件が得られ、かつ、全反射減衰が生じ得るように平行光の状態で入射させる入射光学系17と、界面11aで全反射した光ビームLによる像を検出して、界面11aに沿った面内での試料15の屈折率分布を検出する光検出手段23とを備えてなる全反射減衰を利用したセンサーにおいて、例えば誘電体ブロック11と同様の誘電体ブロックからなる補償光学系21を設けて、光ビームLの入射角 $\theta$ が変化したとき誘電体ブロック11によって生じる像の歪みを補償する。

【選択図】 図 1



認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2001-016631
受付番号	50100100022
書類名	特許願
担当官	第一担当上席 0090
作成日	平成13年 1月26日

<認定情報・付加情報>

【提出日】	平成13年 1月25日
【特許出願人】	
【識別番号】	000005201
【住所又は居所】	神奈川県南足柄市中沼 210 番地
【氏名又は名称】	富士写真フイルム株式会社
【代理人】	申請人
【識別番号】	100073184
【住所又は居所】	神奈川県横浜市港北区新横浜 3-18-20 B E N E X S-1 7 階 柳田国際特許事務所
【氏名又は名称】	柳田 征史
【選任した代理人】	
【識別番号】	100090468
【住所又は居所】	神奈川県横浜市港北区新横浜 3-18-20 B E N E X S-1 7 階 柳田国際特許事務所
【氏名又は名称】	佐久間 剛

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000005201]

1. 変更年月日 1990年 8月14日  
[変更理由] 新規登録  
住 所 神奈川県南足柄市中沼210番地  
氏 名 富士写真フイルム株式会社